

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Kazuyuki MIYA

Application No.: New PCT Application

Filed: August 31, 2001

For: BASE STATION APPARATUS AND METHOD FOR
WIRELESS COMMUNICATIONS

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

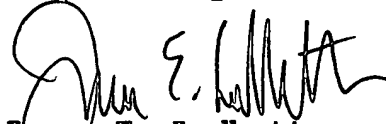
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2000-5671, filed January 14, 2000.

The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: August 31, 2001

JEL/spp

Attorney Docket No. L9289.01177

STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200

PATENT COOPERATION TREATY

RECEIVED

MAR - 5, 2001

PCT

WASHIDA & ASSOCIATES(?)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

WASHIDA, Kimihito
5th Floor, Shintoshicenter Bldg.
24-1, Tsurumaki 1-chome
Tama-shi, Tokyo 206-0034
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 21 February 2001 (21.02.01)	
Applicant's or agent's file reference 2F00070-PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/08800	International filing date (day/month/year) 13 December 2000 (13.12.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 14 January 2000 (14.01.00)
Applicant MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
14 Janu 2000 (14.01.00)	2000/5671	JP	12 Febr 2001 (12.02.01)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Marc Salzman Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

DS-CDMA における判定帰還型 コヒーレント適応ダイバーシチの特性

田中 晋也 三木 義則 佐和橋 衛

NTT 移動通信網株式会社
〒239 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

あらまし DS-CDMA方式において干渉信号を低減させる技術として、パイロットシンボルを用いたチャネル推定を行う判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチを先に提案した。本稿では、この適応ダイバーシチ受信を基地局に適用した場合の上りチャネルにおける特性について、スペースダイバーシチ受信を行った場合、および基地局をセクタ化セル構成とした場合の特性と定量的に比較、評価し、適応ダイバーシチ受信が加入者容量の増大に有効であることを示した。また、高速データ伝送を行うユーザが存在する場合に、その干渉電力の抑圧に効果的であることを示した。

キーワード 移動通信 DS-CDMA パイロットシンボル 適応ダイバーシチ

The Performance of Decision-Directed Coherent Adaptive Diversity in DS-CDMA Reverse Link

Shinya Tanaka, Yoshinori Miki, and Mamoru Sawahashi

NTT Mobile Communications Network Inc.
1-1, Hikarinooka, Yokosuka-Shi, Kanagawa, 239 Japan

Abstract Pilot symbol-assisted coherent adaptive diversity (PSA-CAD) was proposed for DS-CDMA mobile radio. In this paper, the capacity performance of the DS-CDMA reverse link using the PSA-CAD is investigated by computer simulation, compared to the space diversity reception and to the sectored antennas reception. The simulation results demonstrates that the PSA-CAD is effective in increasing capacity and in suppressing the interference of high bit rate (high transmit power) users.

key words Mobile radio communication, DS-CDMA, Pilot Symbol, Adaptive Diversity

1. まえがき

次世代の移動通信システムには、マルチメディアサービス実現のための伝送情報容量の増加、加入者容量の増大、さらなる高品質化などが要求されている。DS-CDMA方式は、この次世代移動通信システムの無線アクセス方式の有力候補の一つとして注目され、その研究開発が盛んに行われている [1] - [4]。DS-CDMA方式では、複数のユーザが異なる拡散符号を用いてそれぞれの情報データを拡散して送信することにより、同じ周波数帯域で同時に通信を行うことができる。上りチャネルにおいては各ユーザの受信信号タイミングは非同期であるため、ユーザ間の拡散符号は直交していない。従って、他ユーザの信号は、逆拡散後に平均で拡散率 (PG) 分の 1 の干渉電力となり、ユーザ数が多くなるにつれてこの相互相関に起因して受信品質が劣化する。そのため、所要の受信品質で同時に通信を行うユーザ数 (加入者容量) をさらに増加させるためには、希望波信号電力対干渉波信号電力比 (SIR: Signal to Interference Power Ratio) をいかに向上させるかが課題である。そのための技術として、受信側において干渉信号を低減させることができる干渉キャンセラ [5] - [10] や適応ダイバーシチ (アダプティブアレー) [11] - [18] などがある。

このうち適応ダイバーシチ技術は、複数の受信アンテナで信号を受信し、各アンテナの受信信号を最適に重み付き合成することにより、干渉信号を受信側で低減させる技術である。具体的には、この重み付け制御により希望波信号到来方向に最大利得を有し、干渉波信号到来方向にヌルを有するアンテナの指向性パターンを形成することにより受信 SIR を最大にし、その結果システムの加入者容量を増大させることができる。また、適応ダイバーシチは干渉信号到来方向にヌル点を形成することによる干渉低減効果が大きいので、高送信電力が必要となる高速データ伝送を行うユーザからの干渉電力の抑圧に対して大きな効果が期待できる。

適応ダイバーシチの重み係数更新のためのアルゴリズムとして、Constant Modulus Algorithm (CMA) がある [16]。これは、定包絡線信号を対象としたアルゴリズムで、重み係数更新のための参照信号を必要としない特徴があるが、最大指向性が電力の大きい到来波に向けられてしまうという欠点がある。一方、重み付き合成後の信号と参照信号との平均 2 乗誤差を最小にする MMSE (Minimum-Mean-Squared-Error) 型の適応制御がある。この MMSE 型の重み係数の更新方法として、文献 [13] において各アンテナの逆拡散後の信号を適応的に重み付き合成し、最適な指向性パターンを生成する方法が提案されている。我々は、文献 [13] と同様に逆拡散後の信号を重み付き合成する手法をとり、パイロットシンボルを用いてチャネル推定を行い判定したデータを参照信号とする判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチ (PSA-CAD: Pilot Symbol-Assisted Coherent Adaptive Diversity) を先に提案した [17]。

本稿ではまず、基地局において PSA-CAD を適用した

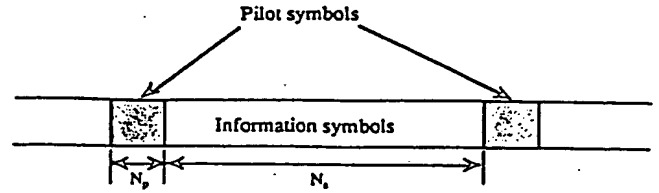


図1 フレーム構成

受信機の構成を示す。次に、計算機シミュレーションにより、この PSA-CAD のマルチパスフェージング環境下における上りチャネルの容量特性を定量的に評価する。この際、スペースダイバーシチ受信を行った場合、及びセクタ化セル構成とした場合と特性比較をして適応ダイバーシチ受信の有効性及び適用性を明らかにする。最後に、PSA-CAD が高速データ伝送を行うユーザの干渉電力を低減するのに効果的であることを定量的に示す。

2. パイロットシンボルを用いる判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチ

2.1 構成及び動作原理

図1に送信フレーム構成を示す。送信フレームは、既知の N_p 個のパイロットシンボルを N_s 個の情報データシンボルの間に一定周期で挿入した構成とする。

図2に PSA-CAD の構成を示す。図には1ユーザ分の処理ブロックを示す。各マルチパス毎に図に示すサブブロックが設けられる。各サブブロックはマッチトフィルタ (MF)、指向性パターン生成部、パイロットシンボルを用いたチャネル推定部、チャネル変動補償部、及び重み係数制御部から構成される。ここで、ユーザ k ($1 \leq k \leq K$)、 l 番目 ($1 \leq l \leq L_k$) のマルチパス伝搬路を通して受信された m シンボル目 (シンボル周期を T とすると時刻 mT) の信号の処理動作について説明する。各アンテナからの受信信号は各ユーザの各マルチパス受信タイミングに同期した拡散符号レプリカで MF により逆拡散される。逆拡散後の信号 $r_{k,l}(m)$ (アンテナ数個の要素を持つ列ベクトル) は、重み係数制御部で生成された最適な重み係数で重み付き合成される。重み係数 (列ベクトル) を $w_{k,l}(m)$ とすると、合成後の出力 $y_{k,l}(m)$ は、

$$y_{k,l}(m) = r_{k,l}(m)^T w_{k,l}(m) \quad (1)$$

と表される。ここで、 T は転置、 $*$ は複素共役を表す。この合成された信号に対してパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行う。各スロットの N_p 個のパイロットシンボルからそのパイロットシンボル時点のフェージング複素包絡線を求め、2スロットのパイロットシンボルのフェージング複素包絡線を内挿補間した値をこの間の各情報データシンボルにおけるチャネル推定値とする [19]。このチャネル推定値を用いて各情報データシンボルの位相変動補償を行う。この処理を各パス毎に行い、各パスの位相変動補償後の信号を最

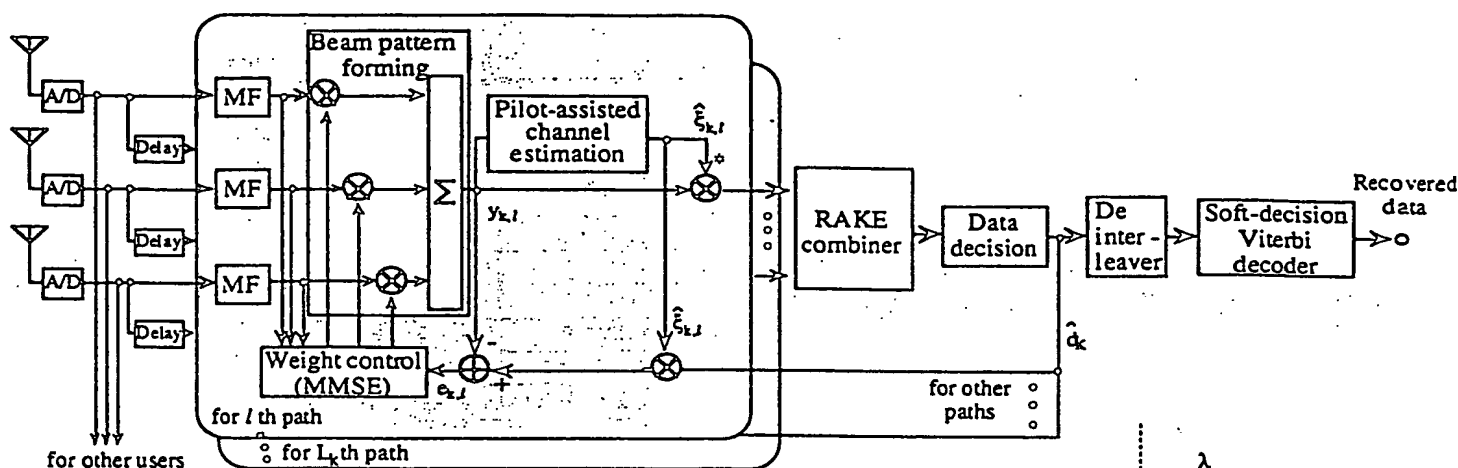


図2 PSA-CADの構成

大比合成 (RAKE 合成) してデータ判定を行う。フェージング複素包絡線の推定値を $\hat{\xi}_{k,l}$ とすると、RAKE 合成された信号を用いて判定データ $\hat{d}_k(m)$ は次式のように表される。

$$\hat{d}_k(m) = \text{sgn} \left[\sum_{l=1}^{L_k} y_{k,l}(m) \hat{\xi}_{k,l}^*(m) \right] \quad (2)$$

ここで $\text{sgn}[x]$ は x の符号を大きさ 1 として表す硬判定値である。この $\hat{d}_k(m)$ を参照信号として、各パス毎に重み付き合成後の信号とこの判定データとの誤差信号 $e_{k,l}(m)$ を次式のように生成する。

$$e_{k,l}(m) = \hat{\xi}_{k,l}(m) \hat{d}_k(m) - y_{k,l}(m) \quad (3)$$

重み係数制御部では、この誤差信号 $e_{k,l}(m)$ が最小になるように $w_{k,l}(m+1)$ を MMSE 基準により適応的に制御する。本稿ではこの制御に Least-Mean-Square (LMS) アルゴリズムを用いた。ここで、2 スロットのパイロットシンボルを用いた内挿補間によるチャネル推定を行っているため、重み係数の更新は 1 スロットの遅延を伴う。すなわち、1 スロット前の同じ位置の受信信号と誤差信号を用いて重み係数を更新する。従って、重み係数の更新式は次式ようになる。

$$w_{k,l}(m+1) = w_{k,l}(m) + \mu r_{k,l}(m - \{N_p + N_s\}) e_{k,l}^*(m - \{N_p + N_s\}) \quad (4)$$

ここで μ はステップサイズである。ここでの 1 スロットの遅延は干渉信号の変動に対して無視できる。式 (4) の重み係数の制御は、情報シンボルの復調同様、スロット単位で行われる。

2.2 適応ダイバーシチの指向性パターン

適応ダイバーシチにおいて、アンテナ数よりも干渉信号の数が少ない場合には、干渉信号の到来方向それぞれにヌル点が生成されるため大きなダイバーシチ利得が得られる。一方、アンテナ数より干渉信号の数が大きい場合には、合成された平均的な干渉信号を最小とするような指向性パターンとなり、干渉信号数に対してアンテナの自由度が得られないため、十分なダイ

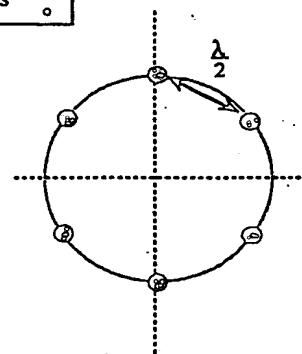


図3 PSA-CADのアンテナ配置

バーシチ利得が得られなくなる [18].

図4、5に指向性パターンの一例を示す。希望ユーザの到来方向が分かっている状態を重み係数の初期値とした (干渉ユーザの方向は未知)。また、アンテナの配置は半波長間隔の円状配置とした (図3 参照)。図4はアンテナ数に比べて干渉信号が少ない場合であり、アンテナ数 6、ユーザ数 4 (干渉ユーザ 3) の指向性パターンを示している。干渉ユーザ方向にヌルが向けられたパターンで収束しているのが分かる。なお、このパターンではアンテナ数分のヌル点が明瞭に形成されていないが、これは希望ユーザの信号到来方向に複数のアンテナが直線状に並んでいる場合にアンテナ数分の自由度が減少するためであると考えられる。図5はアンテナ数に比べて干渉信号数が多い場合であり、アンテナ数 4、ユーザ数 30 (干渉ユーザ 29) の指向性パターンを示している。このようにアンテナ数に比較してユーザ数が多い場合には、干渉ユーザの多い方向に対して合成後のアンテナ利得を低減させるように重み係数が制御されているのが分かる。

3. 計算機シミュレーション

3.1 シミュレーションモデル

PSA-CADの特性を評価するために行った計算機シミュレーションの主な諸元を表1に示す。拡散率 PG は拡散符号のチップレートと情報ビットレートとの比で定義し、24 とした。 $N_p=4$, $N_s=36$ として、誤り訂正符号化にレート 1/3、拘束長 7 の畳み込み符号化、及び軟判定ビタビ復号を用いた。伝搬モデルは等電力の 2 パスモデルとし、パス間の遅延時間差は 1 チップとした。送信電力制御は、距離変動およびシャドウイングには理想的に追従するも

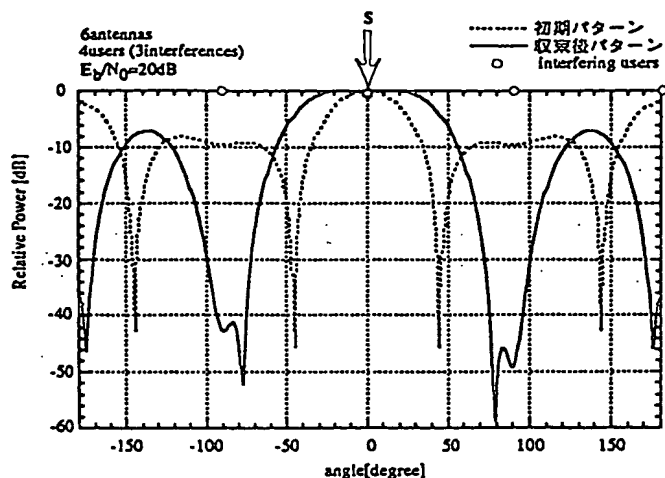


図4 希望波Sに対する指向性パターン (1)

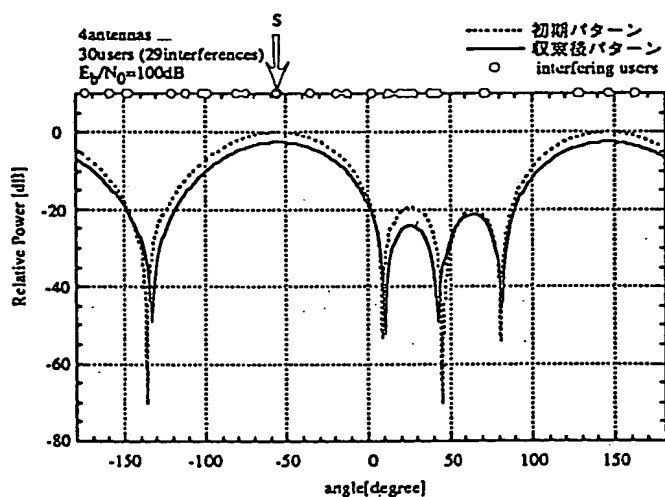


図5 希望波Sに対する指向性パターン (2)

のと仮定した。従って、各バスの到来角方向はユーザの位置する角度を中心に標準偏差 3.0° で正規分布しているものとした。また、瞬時変動に対して送信電力制御は、標準偏差 σ (dB) の対数正規分布の制御誤差を有して追従するものとした。ここでは、送信電力制御周期 T_p で正規化した最大ドップラー周波数 $f_D T_p$ は 5×10^{-3} とし、このときの σ は、 $\sigma = 1.5$ dBとした [20]。適応ダイバーシチのアンテナは半波長間隔の円状配置とし、アンテナ間のフェージング相関の絶対値は1と仮定した。また、パイロットシンボルを用いるチャネル推定には1次補間を用いた。チップ同期、及びフレーム同期は理想的に確立されるものとした。

スペースダイバーシチに関しては、各アンテナ及び各バスの受信信号を最大比合成する構成とし、アンテナごとに独立したフェージングを受けるものとした。

セクタ化セル構成については、アンテナの指向性を次式を用いて近似し評価した [21]。

$$f(\theta) = \left(\cos \frac{\theta}{2} \right)^m \quad (5)$$

表1 シミュレーション諸元

フレーム構造	1スロット	データ	36シンボル
		パイロット	4シンボル
変調	スロット長	0.625msec	
	データ	QPSK	
復調	拡散	QPSK	
		パイロット内挿型絶対同期抽波	
インタリーブ長	10msec		
誤り訂正	畳込み符号 ($R=1/3$, $K=7$) 軟判定Viterbi復号		
拡散符号	ランダム符号		
拡散率 (PG)	24 (8×3)		
送信電力制御	Imperfect TPC ($\sigma=1.5$ dB)		

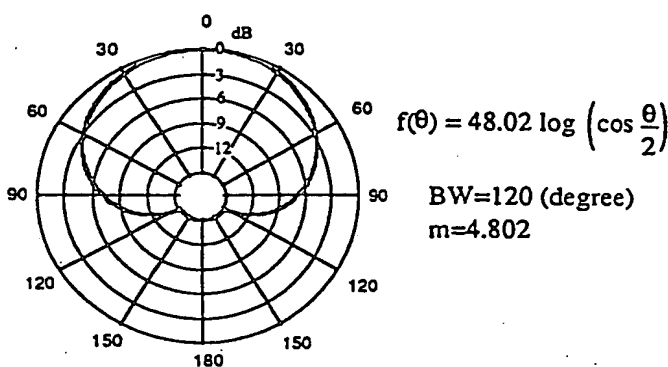


図6 120° 指向性アンテナの指向性パターン

ここで m は、電力半値幅を BW とすると、

$$\left(\cos \frac{BW}{2} \right)^m = \frac{1}{2} \quad (6)$$

であることから、

$$m = \frac{-3}{10 \log \left(\cos \frac{BW}{4} \right)} \quad (7)$$

となる。3セクタアンテナの近似式および指向性パターンを図6に示す。指向性アンテナを用いるとセクタの端の方に行くに従いそのセクタの利得が減少してしまうが、ここでは隣のセクタとのサイトダイバーシチ受信が理想的に行われると仮定し、セクタの端の方に行くにしたがって劣化する利得は隣接セクタとのサイトダイバーシチによる利得により補われるものとした。

3.2 容量特性

孤立セルにおける適応ダイバーシチ受信の上り加入者容量特性をアンテナ数と同じ場合のスペースダイバーシチ受信およびセクタ化セル構成と比較した。図7に適応ダイバーシチ受信とスペースダイバーシチ受信をそれぞれ行った場合の上りチャネルにおける容量特性を示す。容量は、平均誤り率 (BER) $= 10^{-3}$ を満足

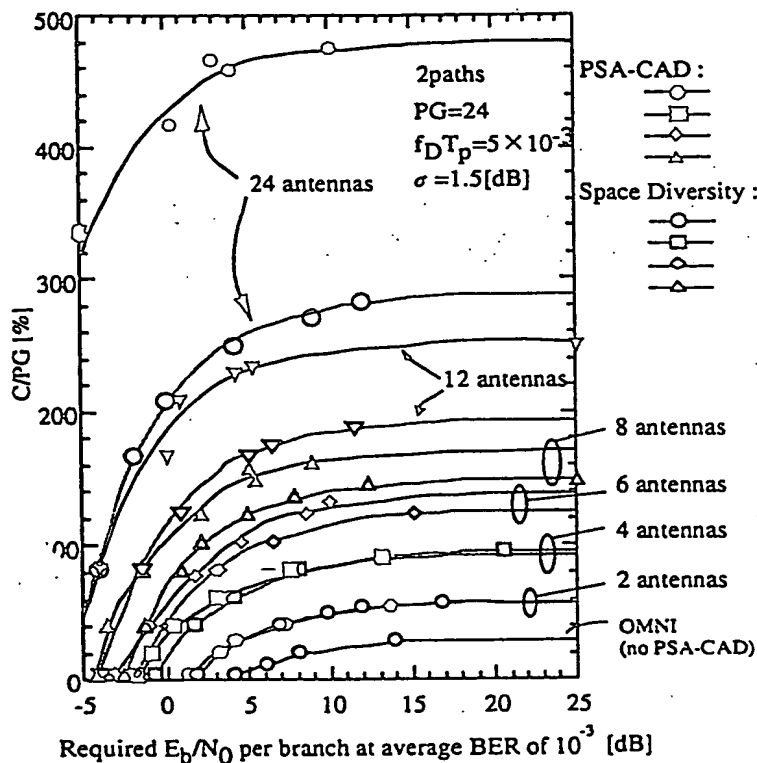


図7 適応ダイバーシチ受信とスペースダイバーシチ受信の容量特性

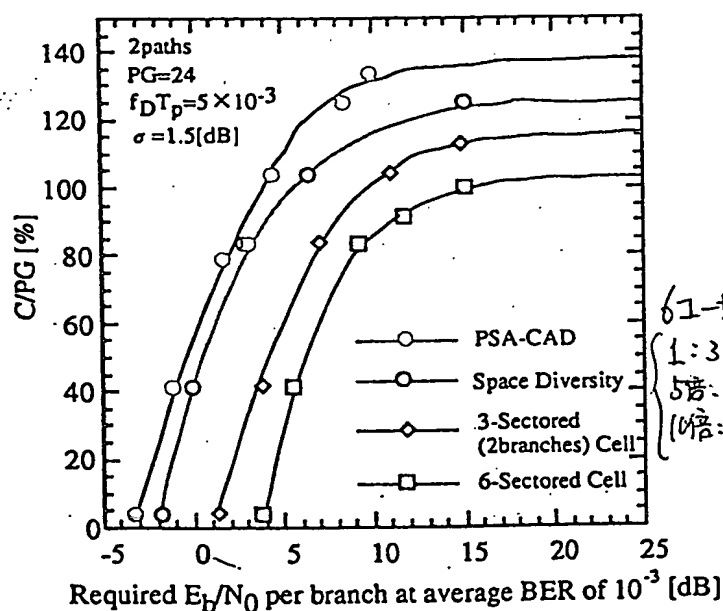


図8 セクタ化セル構成との容量比較特性 (アンテナ数6)

するための所要 E_b/N_0 と拡散率PGで正規化したユーザ数Cとの関係で表す。ユーザはセル内にランダムに配置されるものとし、平均BERは、配置の試行回数を20回としてすべての配置における各ユーザのBERを平均した値とした。図7から分かるように、アンテナ数が少ない場合にはスペースダイバーシチ受信と適応ダイバーシチ受信にそれほど大きな違いは見られない。しかしアンテナ数が多くなるにしたがって適応ダイバーシチ受信の方が大きな容量改善効果を得ることができ、アンテナ数12の場合スペースダイバーシチ受信の約1.3倍、アンテナ数24の場合には約1.6倍に容量を増大することができる。これは、アンテナ数が少ない場合には希望波方向に絞った指向性パターンを形成することができないため到来方向が比較的近い他ユーザの干渉信号電力を抑圧することができず特性の劣化を生じるが、アンテナ数を多くすることにより希望波方向に絞ったビームを成形しやすくなり、その結果、到来方向が比較的近い他ユーザの信号を抑圧することが容易になるためであると考えられる。

また、図8にアンテナ数6の基地局セクタ化セル構成の場合の容量を示す。アンテナ数が6のときのセクタ化の方法としては、①6セクタに分割する方法と、②3セクタに分割しそれぞれのセクタで2ブランチのスペースダイバーシチ受信を行う方法があるのでそれぞれの場合について特性を示した。熱雑音の影響が支配的な領域でセクタ化セルの容量特性が劣化しているのは、セクタ当りのアンテナ数が少ないためにアンテナ数分の利得が得られないからである。また、干渉の影響が支配的な領域においても適応ダイバーシチ受信、及びスペースダイバーシチ受信に比較して劣化しているが、これはユーザがあるセクタに偏った配置となった場合にセクタ当りのアンテナ数が少ないため干渉を十分に抑圧することができず、そのためセクタ内のユーザの受信品質が劣化するためである。

3.3 高速データ伝送を行う干渉ユーザに対する抑圧効果

適応ダイバーシチ受信は、高速データ伝送を行う高速送信電力の干渉信号の抑圧に対して非常に効果的である。そこで、同じセル内に高速データ伝送を行うユーザが存在する場合の特性を評価する。瞬時変動に対する送信電力制御誤差 $\sigma=1.5$ dBの場合にオムニアンテナで受信する際の平均BER $=10^{-3}$ を満たす所要 E_b/N_0 が4dBとなる送信電力を1とし、この送信電力で送信するユーザが3人、この5倍及び10倍の送信電力で送信するユーザがそれぞれ2、1人存在したときの、送信電力1のユーザの平均BER特性を評価対象とした。図9にアンテナ数6の適応ダイバーシチ受信、スペースダイバーシチ受信、セクタ化セル構成をそれぞれ適用した場合の特性を示す。ここで、ユーザの配置の試行回数は20回とした。セクタ化セル構成の場合は、ユーザの配置をランダムとしたために希望波と同じセクタに高速データ伝送ユーザが存在したときの特性劣化が大きい (セクタ当りのアンテナ数が少ないのでダイバーシ

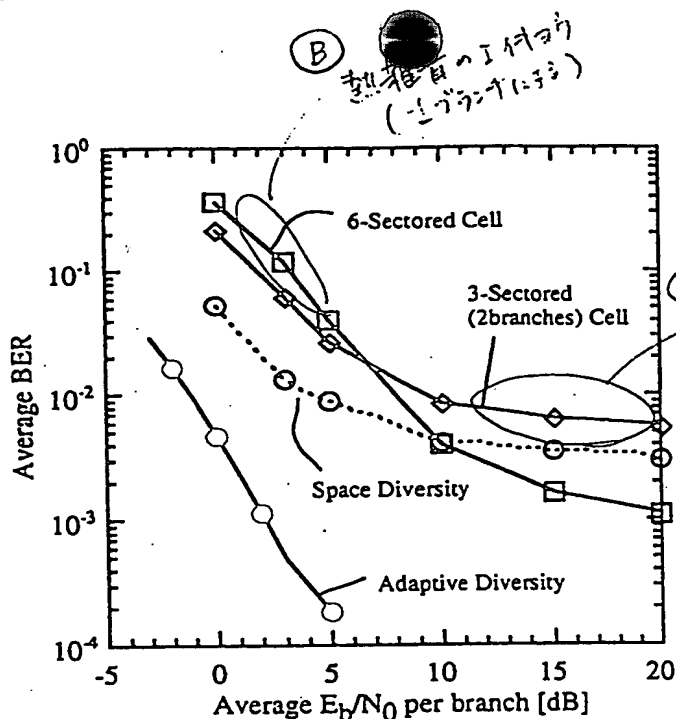


図9 高速データ伝送ユーザが存在する場合のBER特性

チ利得が得られない) ため平均するとスペースダイバーシチ受信よりも特性が劣化すると考えられる。セクタ数が少ないほど同じセクタに入る可能性は高く、従って、セクタ化する数を多くすることによって、干渉電力を除くことができ特性が向上する。ただし、その分セクタ当りのアンテナ数が減るので、熱雑音の影響が大きい環境下での特性は劣化してしまう。本検討からも分かるように、高速データ伝送を行うユーザが存在する場合に、適応ダイバーシチ受信を用いることにより、アンテナ数6程度でもその干渉電力の抑圧効果は大きく、スペースダイバーシチ受信やセクタ化セル構成を用いた場合よりも優れた品質を得ることができる。

ユーザで行っているから当然?

4. まとめ

本稿では、コヒーレントDS-CDMA方式において、干渉信号の抑圧に効果的なパイロットシンボルを用いたチャンネル推定を行う判定帰還型コヒーレント適応ダイバーシチ受信を基地局に適用した場合の構成について述べた。また、上りチャンネルにおいて、スペースダイバーシチ受信、及び基地局セクタ化セル構成を適用した場合の孤立セルにおける加入者容量の定量的比較検討を行った。アンテナ数を多くすると適応ダイバーシチ受信を用いることによる加入者容量の増大が期待でき、アンテナ数12の場合スペースダイバーシチと比較して約1.3倍、アンテナ数24の場合約1.6倍に容量を増大することができることを示した。さらに、適応ダイバーシチ受信は、高速データ伝送を行うユーザが存在する環境下においてこのユーザの干渉信号を抑圧する効果が大きく、従ってスペースダイバーシチ受信やセクタ化セル構成を用いた場合より高い受信品質を得ることができることを示した。

【参考文献】

- [1] K.S.Gilhouse, I.M.Jacobs, R.Padovani, A.J.Viterbi, L.A.Weaver, and C.E.Weatley III, "On the capacity of a cellular CDMA system", IEEE Trans. Veh.Technol., Vol. VT-40, No.2, May 1991.
- [2] A.Bair, U.C.Fiebig, W.Granzaow, W.Koph, P.Teder, and J.Thielecke, "Design study for a CDMA-based third-generation mobile radio system," IEEE J.Select. Areas Commun., Vol.12, No.4 May 1994.
- [3] P.Newson and M.R.Health, "The capacity of a spread spectrum CDMA system for cellular mobile radio with consideration of system imperfections," IEEE J.Select. Areas Commun., Vol.12, No.4 May 1994.
- [4] F.Adachi, K.Ohno, A.Higashi, T.Dohi, and Y.Okumura, "Coherent Multicode DS-CDMA Mobile Radio Access," IEICE Trans. Commun., Vol.E79-B, No.9, pp.1316-1325, September 1996.
- [5] 吉田, 後川, 柳, 古谷, "高速フェージング伝送路に適した遅延検波型DS/CDMA適応干渉キャンセラ", 信学論 (B-II) J77-B-II, pp.618-627, 1994-11.
- [6] 安藤, 三木, 佐和橋, "DS-CDMAにおけるパイロットシンボルによるチャンネル推定を用いたコヒーレント直交化フィルタの特性", 信学技報 RCS95-158, 1996-02.
- [7] R.Lupas and S.Verdu, "Near-Far Resistance of Multiuser Detectors in Asynchronous Channels", IEEE Trans.Commun., Vol.COM-38, No.4, pp.496-508, April 1990.
- [8] Y.C.Yoon, R.Kohno, and H.Imai, "A Spread-Spectrum Multiaccess System with Cochanel Interference Cancellation for Multipath Fading Chnals", IEEE JSelect.Areas Commun., Vol.SAC-11, No.7, pp.1067-1075, Sept.1993.
- [9] 深澤, 佐藤, 川辺, 佐藤, 杉本, "パイロット信号を用いた伝送路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性", 信学論 (B-II) J77-B-II, No.11, pp.628-640 (1994-11).
- [10] M.Sawahashi, Y.Miki, H.Ando, and K.Higuchi, "Pilot Symbol-Assisted Coherent Multistage Interference Canceller Using Recursive Channel Estimation for DS-CDMA Mobile Radio", IEICE Trans. Commun., Vol.E79-B, No.9, pp.1262-1270, September 1996.
- [11] Compton R.T., Jr., "An Adaptive antenna in a spread-spectrum communication sysytem", Proc.IEEE, vol.66, 3, pp.289-295, 1978.
- [12] S.C.Swales, M.A.Beach, D.J.Edwards, and J.P.Mcgeehan, "The Performance Enhancement of Multibeam Adaptive Base-Station Antennas for Cellular Land Mobile Radio Systems", IEEE Trans. Veh.Technol., Vol. 39, No.1, February 1990.
- [13] 王, 河野, 今井, "スペクトル拡散多元接続のための拡散処理利得を用いたTDLアダプティブアレーアンテナ", 信学論 Vol.J75-B-II No.11, pp.815-825, 1992.
- [14] T.Ohgane, "Spectral Efficiency Improvement by Base Station Antenna Pattern Control for Mobile Cellular Sysyems", IEICE Trans.Commun., Vol.E77-B, No.5, pp.598-605, May 1994.
- [15] Y.Wang, J.R.Cruz, "Adaptive antenna arrays for the reverse link of CDMA cellular communication systems", Electron. Letters, vol.30, no.13, pp.1017-1018, 1994.
- [16] 田中, 三浦, 千葉, 唐沢, "ASICを用いたビームスペースCMAアダプティブアレーアンテナ", 信学技報, AP94-132, RCS94-141, pp.31-36, 1995-02.
- [17] 三木, 安藤, 佐和橋, "DS-CDMA方式におけるパイロットシンボルを用いる適応ダイバーシチ", 96 春季信学全大, B-392.
- [18] 加藤, 大鐘, 小川, 伊藤, "セルラ基地局アダプティブアレーの同一チャンネル干渉除去特性", 信学技報, RCS96-5, pp.29-34, 1996-04.
- [19] S.Sampe, "Rayleigh Fading Compensation Method for 16 QAM MODEM in Digital Land Mobile Radio Systems", IEICE B-II, Vol.J72-B-II, No.1, pp.7-15, 1989.
- [20] 土肥, 佐和橋, "DS-CDMAにおける干渉信号電力制御", 信学技報, RCS94-99, 1994.
- [21] 木島, 山田, 恵比根, "60° 半値幅を有する2ビームアンテナの構成法", 93 春季信学全大, B-110.